

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-283682

(43)Date of publication of application : 27.10.1995

---

(51)Int.Cl. H03H 9/145

H03H 9/25

---

(21)Application number : 06-074830 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 13.04.1994 (72)Inventor : TADA YUTAKA

---

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE RESONATOR FILTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a surface acoustic wave resonator filter which is easy to manufacture and is capable of reducing cost.

CONSTITUTION: On a 36° rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate 2, plural sets of LDTs4 A to 4C are arranged proximately, and on the both sides of the IDTs4A to 4C, reflectors 3 A and 3 B are disposed. When the electrode film thickness of the IDTs4A to 4C and the reflectors 3A and 3B is defined as h and the wavelength of the surface wave generated in the surface acoustic wave resonator filter is

defined as  $\lambda$ ,  $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$  is defined. Further, when the electrode finger width of the IDTs 4A to 4C and the reflectors 3A and 3B is defined as M and the electrode finger formation pitch is defined as P,  $0.6 \leq M/P$  is preferable.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.03.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-04929

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 06.04.2000

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] The surface acoustic wave resonator filter which is a surface acoustic wave resonator filter which carries out contiguity arrangement of two or more sets of IDT(s) on 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate, and comes to arrange a reflector in said both sides of IDT, and is characterized by being  $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$  when wavelength of the surface wave which generates said IDT and electrode layer thickness of said reflector with h and the surface acoustic wave resonator filter concerned is set to  $\lambda$ .

[Claim 2] The surface acoustic wave resonator filter according to claim 1 characterized by being  $0.6 \leq M/P \leq 1.0$  when M and this electrode finger formation pitch are set to P for the electrode digit of said IDT and said reflector.

---

[Translation done.]

### \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the surface acoustic wave resonator filter which comes to have IDT and a reflector on a piezo-electric substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, a surface acoustic wave resonator filter is used for various communication equipment, and the part of a miniaturization and prepare[ no ]-izing is borne.

[0003] By the way, for the application for cellular phones, it has the large pass band width of 25MHz or more also in various communication equipment, and a low loss filter is required. It considered using one of the substrates of 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate with a large electromechanical coupling coefficient, and 64-degree rotation Y cut LiNbO<sub>3</sub> same substrate with a large electromechanical coupling coefficient from the former as a surface acoustic wave resonator filter which meets such a demand (especially broadband-izing).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, as a surface acoustic wave resonator filter using 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate Although the design approaches, such as a ladder mold and an IIDT mold, are put in practical use, with the common surface acoustic wave resonator filter using mode coupling Bandwidth can be obtained only about 2% with fractional band width (ratio of pass band width to a center of filter frequency), and it has not resulted in utilization considering fractional band width as an object for cellular phones required at least 3%.

[0005] On the other hand, with the surface acoustic wave resonator filter using 64-degree rotation Y cut LiNbO<sub>3</sub> substrate, although fractional band width could be obtained 4% and it used from the former as an object for cellular phones, there was a problem that manufacture was not easy and a manufacturing cost

became high.

[0006] That is, with the surface acoustic wave resonator filter used for the application for cellular phones, the inhibition zone exists at least in one side the low-pass [ of a passband ], and high region side, to obtain the predetermined magnitude of attenuation in either of these inhibition zones or both is needed further, and, generally 20dB or more of this magnitude of attenuation is needed. Therefore, a filter with the narrower bandwidth in 20dB level of magnitude of attenuation is better, and the shape factor (this is expressed with pass band width / attenuation band width of face) of a filter becomes easy to manufacture it.

[0007] The example of drawing 7 explains this. the property Fig. of the conventional \*\*\*\*\* resonator filter with which drawing 7 used 64-degree rotation Y cut LiNbO<sub>3</sub> substrate -- it is -- GSM (Group Special Mobil) -- it is designed by turning. Although the surface acoustic wave resonator filter whose center frequency f<sub>0</sub> is 947.5MHz is used for the receiving-circuit side of a pocket machine in this GSM system, in order to prevent interference of the receiving-side frequency located in the field by the side of low-pass (f<sub>0</sub>-45MHz) as a property demanded, 20dB or more is needed as the magnitude of attenuation in an inhibition zone (it is called the low-pass side inhibition zone C 902.5MHz\*\*12.5MHz and the following). Moreover, it is desirable for there to be the magnitude of attenuation 20dB or more a high region side similarly for image oppression in a 45MHz field (for it to be called high region side inhibition zone C' 992.5\*\*12.5MHz and the following).

[0008] Generally, by downward dispersion on manufacture, since center frequency changes, as for a surface acoustic wave resonator filter, the magnitude of attenuation is also changed in connection with it. Therefore, in order to secure each 20dB or more of magnitude of attenuation a low-pass and high region side, the frequency precision according to it is needed.

[0009] Moreover, although the thing of the low-pass side inhibition zone C and high region side inhibition zone C' for which a surface acoustic wave resonator center of filter frequency is mostly located in the center is ideal like drawing 7 in

order to obtain the high magnitude of attenuation to each a low-pass and high region side, even if fluctuation of a surface acoustic wave resonator center of filter frequency is so large that the loss 20dB bandwidth A is narrow, 20dB or more of magnitude of attenuation will be obtained. That is, in order to obtain the magnitude of attenuation 20dB or more to a low-pass and high region side, respectively, the bandwidth in 20dB of magnitude of attenuation of a surface acoustic wave resonator filter serves as an important element.

[0010] In the case of drawing 7 , the manufacture allowances by the side of low-pass (permission width of face of a frequency drift) are equivalent to the delta frequency of Y points and X point among drawing, and the value is equal to the value which deducted loss 20dB bandwidth (28MHz of one side), and the low-pass side inhibition zone C (12.5MHz of one side) from the delta frequency B of an inhibition zone and a pass band (45MHz). In this case, although that value is set to 4.5MHz, since \*\*3MHz of surface acoustic wave resonator filters is changed to ordinary temperature in the range whose frequency is -25-75 degrees C with ambient temperature, this value is lengthened for practical use and 1.5MHz is equivalent to the manufacture allowances by the side of low-pass. Although the same is completely said of a high region side and explanation is omitted, it becomes 1.5MHz manufacture allowances similarly.

[0011] However, in order to be greatly dependent on electrode layer thickness or electrode line breadth, in manufacture allowances of 1.5MHz of one side, the center of filter frequency had to manage electrode layer thickness and electrode line breadth strictly for every manufacture lot, and had become the cause by which this put the difficulty and manufacturing cost on manufacture increase size.

[0012] Therefore, in this invention, it is easy and manufacture aims at offer of the surface acoustic wave resonator filter which can plan cost reduction.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to attain such a purpose, when it carries out contiguity arrangement of two or more sets of IDT(s) on 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate and wavelength of the surface wave which generates said

IDT and electrode layer thickness of said reflector with h and the surface acoustic wave resonator filter concerned is set to lambda in this invention in the surface acoustic wave resonator filter which comes to arrange a reflector in said both sides of IDT, the description is in being  $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$ .

[0014] In addition, when M and this electrode finger formation pitch are set to P for the electrode digit of said IDT and said reflector, it is desirable that it is  $0.6 \leq M/P \leq 1.0$ .

[0015]

[Example] Hereafter, the 1st example of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0016] Drawing 1 is the top view having shown the configuration common to the surface acoustic wave resonator filter concerning this invention, and drawing 2 is the sectional view which expanded IDT of this surface acoustic wave resonator filter, and the important section of a reflector.

[0017] The surface acoustic wave resonator filter 1 of the 1st example is equipped with 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate 2, Reflectors 3A and 3B are formed on this LiTaO<sub>3</sub> substrate front face 2, and three IDT(s) 4A-4C are formed between reflector 3A and reflector 3B. These Reflectors 3A and 3B and IDT4A-4C are equipped with two or more electrode finger 5 --. And parallel connection of IDT(s) 4A and 4C of both sides is carried out electrically, and they are connected to the input/output terminal 6. On the other hand, central IDT4B is connected to the input/output terminal 7. Although they are formed through a photo etching process after all of these Reflectors 3A and 3B and IDT4A-4C form the thin film of aluminum to 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate 2, adhesion formation may be alternatively carried out by technique, such as the lift-off method.

[0018] This surface acoustic wave resonator filter 1 has the description in having specified IDT(s) 4A-4C and the electrode layer thickness of Reflectors 3A and 3B with the wavelength of the surface acoustic wave generated with this surface acoustic wave resonator filter 1.

[0019] The thickness of IDT(s) 4A-4C and the electrode finger 5 of Reflectors 3A and 3B specifically h, When wavelength of the surface acoustic wave generated with this surface acoustic wave resonator filter 1 is set to lambda By making magnitude  $h/\lambda$  (electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  being called hereafter) of the electrode layer thickness h to wavelength lambda into 0.06 or more and 0.10 ( $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$ ) or less, and doing in this way, manufacture allowances were expanded and the ease of manufacture and a cost cut have been obtained.

[0020] Hereafter, the reason is explained.

[0021] 64-degree rotation Y cut LiNbO<sub>3</sub> substrate replaces, and it is the 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub>. It is known well that the shape factor of the surface acoustic wave resonator filter using a substrate 2 which Q of a resonator became large and mentioned above will improve. However, if the surface acoustic wave resonator filter using 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate 2 remains as it is as the conventional example explained, pass band width sufficient as an object for cellular phones is not obtained. Therefore, 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> With the surface acoustic wave resonator filter using a substrate 2, the device which expands pass band width is needed. If it says a detail, also at the lowest in the cellular phone of 900MHz bands, such as GSM, the pass band width of 30MHz is needed including a part for temperature fluctuation. When this needed pass band width is converted as fractional band width which is the ratio of pass band width to a center of filter frequency, it is 3.3% of fractional band width.

[0022] Then, the stop bandwidth of Reflectors 3A and 3B found out that extension of pass band width could be aimed at by breadth and this, and the invention-in-this-application person conducted the comparative experiments, when thickening electrode layer thickness h of IDT(s) 4A-4C and Reflectors 3A and 3B. The result is shown in drawing 3 . Drawing 3 is the experimental result which measured the fractional band width at the time of changing electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  of the surface acoustic wave resonator filter equipped with the same structure of this example.

[0023] It is the 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> so that clearly from this experimental result, although it was common to have set up electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  before and after 0.03 with a surface acoustic wave resonator filter conventionally. With the surface acoustic wave resonator filter using a substrate 2, in order to obtain 3.3% of fractional band width which becomes enough practically as an object for cellular phones, it turns out that it is necessary to make electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  twice [ more than ],  $h/\lambda \geq 0.06$  [ i.e., ], over the past.

[0024] Moreover, although it is clear from the result of drawing 3 , since a passband will lap with the inhibition zone by the side of low-pass and a high region and it will become the cause which runs short of the magnitude of attenuation now if electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  is enlarged, it is not so desirable to answer it and for fractional band width to also increase, if electrode film pressure ratio  $h/\lambda$  is enlarged. As for converting it into fractional band width from drawing 7 , since the delta frequency of the inhibition zone by the side of low-pass and a high region is 65MHz, and expanding it to 6.9% or more, electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  needs to carry out from the result of drawing 3 to 0.10 or less desirably here.

[0025] Next, the result of having measured the property of the surface acoustic wave resonator filter 1 of the 1st example constituted in this way is explained based on drawing 4  $R > 4$ . drawing 4 -- an electrode layer thickness ratio -- the result of having measured the property of the surface acoustic wave resonator filter 1 of this example which constituted other structures like the conventional example as  $h/\lambda = 0.6$  is shown. The bandwidth A in 20dB level of magnitude of attenuation is 48MHz, and the 8MHz improvement is carried out so that more clearly from this drawing than the conventional example. Moreover, the manufacture allowances computed like the conventional example serve as 5.5MHz of one side, and are about 3.6 times the conventional example. Moreover, the merit value of the magnitude of attenuation is also known by being obtained to about 30dB.

[0026] By the way, if electrode layer thickness  $h$  of IDT(s) 4A-4C and Reflectors 3A and 3B is thickened; although extension of pass band width can be aimed at, the reflection factor of Reflectors 3A and 3B will increase, stop bandwidth will become large, and it will become the factor in which it worsens a shape factor. Then, by changing the electrode digital-furrow width of face of IDT(s) 4A-4C or Reflectors 3A and 3B, the invention-in-this-application person found out that a shape factor improved, and constituted the surface acoustic wave resonator filter 10 of the 2nd example paying attention to this point.

[0027] It had 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate, a reflector, and IDT, these reflectors and IDT are equipped with two or more electrode fingers, and these basic configurations of this surface acoustic wave resonator filter 1 are the same as that of the 1st example.

[0028] The description is for the wavelength  $\lambda$  of the surface acoustic wave which generates the electrode layer thickness  $h$  of IDT(s) 4A-4C and Reflectors 3A and 3B with this surface acoustic wave resonator filter 1 to have prescribed this surface acoustic wave resonator filter 1 (for this to be the same as that of the 1st example), and have specified the line breadth of the electrode finger 5 with the formation pitch of the electrode finger 5 further..

[0029] Electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  is specifically made into 0.06 or more and 0.10 ( $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$ ) or less. IDT(s) 4A-4C and the electrode finger formation pitch of Reflectors 3A and 3B Furthermore, P, By making magnitude  $M/P$  (electrode finger duty  $M/P$  being called hereafter) of the electrode digital-furrow width of face M to the electrode finger formation pitch P or more into 0.6 ( $0.6 \leq M/P$ ), and doing in this way, when this electrode digit is set to M Manufacture allowances were expanded and the ease of manufacture and a cost cut have been obtained.

[0030] Hereafter, the reason is explained.

[0031] Drawing 5 is the experimental result which measured fluctuation of the bandwidth in 20dB level of magnitude of attenuation at the time of changing electrode finger duty  $M/P$  of the surface acoustic wave resonator filter equipped

with the same structure as the 2nd example. It turns out that the bandwidth in 20dB level of magnitude of attenuation becomes narrow, so that from this experimental result and the value of electrode finger duty M/P is large, therefore a shape factor improves. Furthermore, if it inquires in a detail and will be electrode finger duty  $M/P \geq 0.6$ , it turns out that the best effectiveness is acquired.

[0032] In addition, some improvement effect is acquired as for 0.4 or less in electrode finger duty M/P from the experimental result of drawing 5 . however, \*\* which narrows width of face of the electrode finger 13 since it causes increase of electrode finger resistance that this effectiveness narrows width of face of the electrode finger 13 very few tops and it worsens an insertion loss -- it is not desirable. Moreover, the upper limit of electrode finger duty M/P is not determined by the limitation of the processing technique (if it puts in another way clearance formation technique between the electrode fingers 13) of the electrode finger 13, and it is not necessary to limit it especially here.

[0033] Next, the result of having measured the property of the surface acoustic wave resonator filter 10 of the 2nd example constituted in this way is explained based on drawing 6 . drawing 6 -- an electrode layer thickness ratio -- the result of having measured the property of the filter which carried out 2 section cascade connection of the surface acoustic wave resonator filter 10 of this example which constituted other structures like the conventional example, and constituted it as  $h/\lambda = 0.6$  and electrode finger duty  $M/P=0.6$  is shown.

[0034] The bandwidth A in 20dB level of magnitude of attenuation is 40MHz, and improves 16MHz compared with the conventional example so that clearly from this drawing. Moreover, the manufacture allowances computed like the conventional example are 9.5MHz, and are about 6.3 times the conventional example. Moreover, the merit value of the magnitude of attenuation is also known by that 30dB or more is obtained. In addition, although the data of drawing 6 were data in what carried out 2 section cascade connection of the surface acoustic wave resonator filter 10 of this example, and constituted it, in the surface acoustic wave resonator filter 10 of this example, three or more section

cascade connection is carried out, and even if constituted, it cannot be overemphasized one section or that the same effectiveness can be done so.

[0035] Furthermore, although this invention was carried out in these examples in the surface acoustic wave resonator filter 1 equipped with 3 sets of IDT(s) 4A-4C on 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate 2, it cannot be overemphasized that this invention can be carried out for IDT(s) 4A-4C on 36-degree rotation Y cut LiTaO<sub>3</sub> substrate 2 also in 2 sets or the surface acoustic wave resonator filter constituted by having 4 or more sets.

[0036]

[Effect of the Invention] as mentioned above -- according to invention of the 1st of this invention -- an electrode layer thickness ratio -- moreover, the surface acoustic wave resonator filter was able to be made [ of the shape factor ] good by being referred to as  $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$  in the broadband. Therefore, the bandwidth in 20dB level of magnitude of attenuation becomes narrow, manufacture allowances are expanded, it becomes easy to manufacture, and the part and a cost cut can be aimed at now.

[0037] Moreover, under the same conventional manufacture allowances, if this surface acoustic wave resonator filter is manufactured, it is effective in the ability of the higher magnitude of attenuation to obtain.

[0038] Furthermore, the shape factor of electrode finger duty  $M/P \geq 0.6$ , then a surface acoustic wave resonator filter improves more, and if this surface acoustic wave resonator filter is manufactured under the same conventional manufacture allowances while expanding manufacture allowances and being able to aim at a cost cut further, it can also demonstrate that part and the effectiveness that the still higher magnitude of attenuation is obtained.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view showing the structure of the surface acoustic wave resonator filter concerning the 1st example of this invention, and the 2nd example.

[Drawing 2] It is the sectional view which expanded IDT of the surface acoustic wave resonator filter concerning the 1st example and the 2nd example, and the part of a reflector.

[Drawing 3] It is the diagram showing the relation of the electrode layer thickness ratio  $h/\lambda$  and pass band width (fractional band width) in a surface acoustic wave resonator filter.

[Drawing 4] It is the diagram showing the property of the surface acoustic wave resonator filter of the 1st example.

[Drawing 5] It is the diagram showing the relation between electrode finger duty M/P in a surface acoustic wave resonator filter, and the bandwidth in 20dB level of magnitude of attenuation.

[Drawing 6] It is the diagram showing the property of the surface acoustic wave resonator filter of the 2nd example.

[Drawing 7] It is the diagram showing the property of the surface acoustic wave resonator filter of the conventional example.

### [Description of Notations]

2 36" Rotation Y Cut LiTaO<sub>3</sub> Substrate

3A, 3B Reflector

4A-4C IDT

h Electrode layer thickness

lambda Wavelength of a surface wave

M Electrode digit

P Electrode finger formation pitch

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

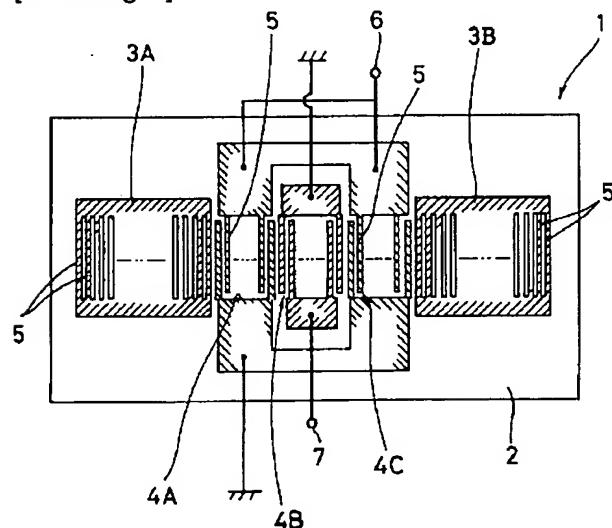
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

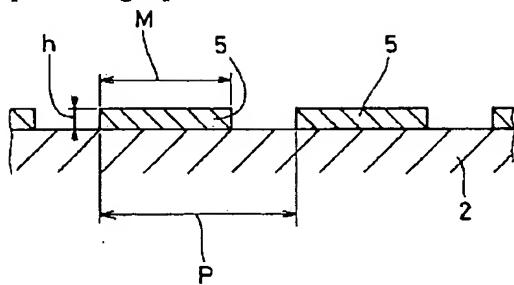
DRAWINGS

---

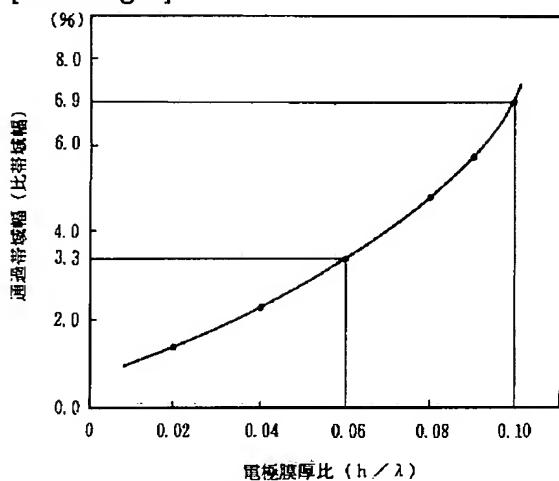
[Drawing 1]



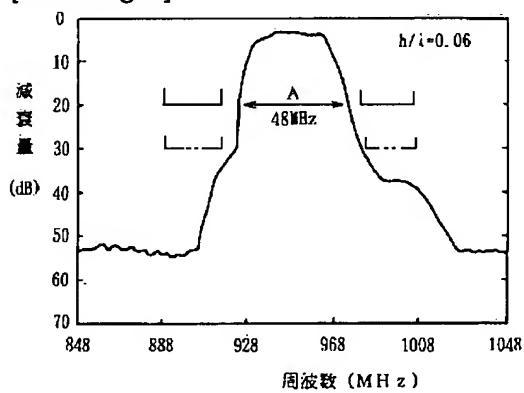
[Drawing 2]



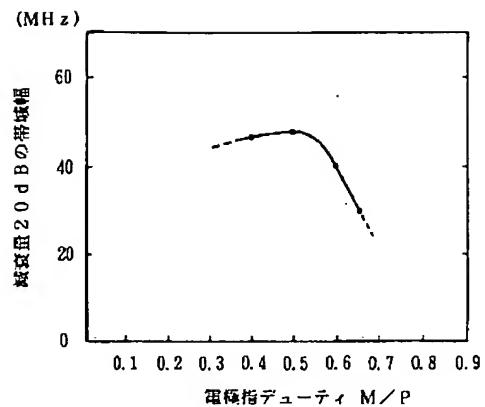
[Drawing 3]



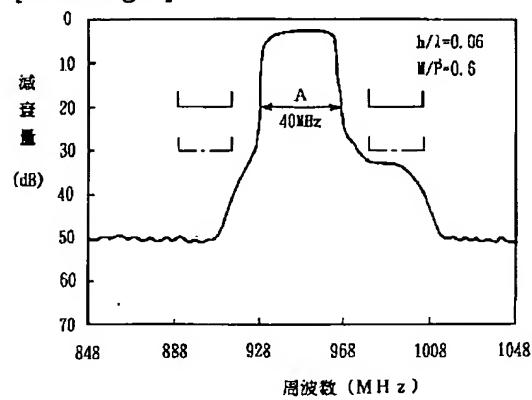
[Drawing 4]



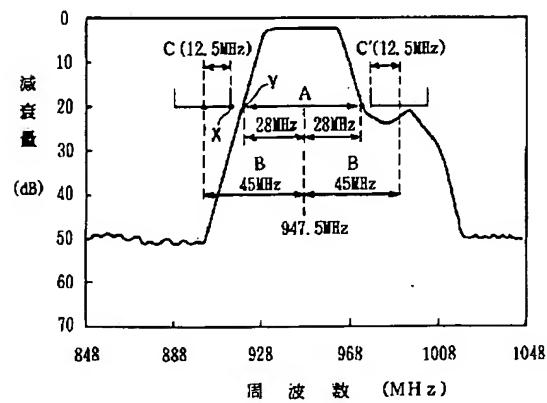
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]




---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-283682

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

(51) Int. C1. 6  
H 03 H 9/145  
9/25

識別記号 庁内整理番号  
C 7259-5 J  
Z 7259-5 J  
C 7259-5 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-74830

(22) 出願日 平成6年(1994)4月13日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 多田 裕

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

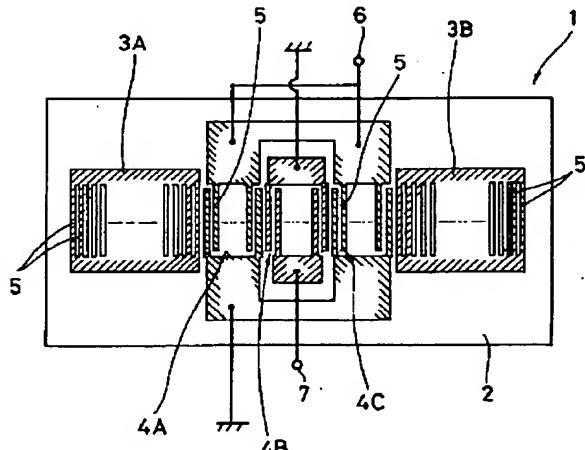
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】弾性表面波共振子フィルタ

(57) 【要約】

【目的】製造が容易でコスト低減を図ることができる弾性表面波共振子フィルタの提供。

【構成】36°回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板2上に、複数組のIDT 4A～4Cを近接配置し、かつIDT 4A～4Cの両側に反射器3A、3Bを配設しており、IDT 4A～4Cおよび反射器3A、3Bの電極膜厚をh、当該弾性表面波共振子フィルタで発生する表面波の波長をλとしたとき、0.06≤h/λ≤0.10にした弾性表面波共振子フィルタ。なお、さらに、IDT 4A～4Cおよび反射器3A、3Bの電極指幅をM、同電極指形成ピッチをPとしたとき、0.6≤M/Pであるのが好ましい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 36°回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板上に、複数組のIDTを近接配置し、かつ前記IDTの両側に反射器を配設してなる弾性表面波共振子フィルタであって、

前記IDTおよび前記反射器の電極膜厚をh、当該弾性表面波共振子フィルタで発生する表面波の波長をλとしたとき、

$$0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$$

であることを特徴とする弾性表面波共振子フィルタ。

【請求項2】 前記IDTおよび前記反射器の電極指幅をM、同電極指形成ピッチをPとしたとき、

$$0.6 \leq M/P$$

であることを特徴とする請求項1記載の弾性表面波共振子フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電基板上にIDTと反射器とを備えてなる弾性表面波共振子フィルタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、各種通信機器用に弾性表面波共振子フィルタが使われるようになってきており、小型化、無調製化の一役を担っている。

【0003】ところで、各種通信機器の中でも携帯電話用の用途では、25MHz以上の広い通過帯域幅を有しかつ低損失なフィルタが要求される。このような要求

(特に広帯域化)に応える弾性表面波共振子フィルタとしては、従来から、電気機械結合係数の大きい36°回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板か、同じく、電気機械結合係数の大きい64°回転YカットLiNbO<sub>3</sub>基板かの、いずれかの基板を用いることが考えられていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、36°回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板を用いた弾性表面波共振子フィルタとしては、ラダー型やIIDT型等の設計方法が実用化されているものの、モード結合を利用した一般的な弾性表面波共振子フィルタでは、帯域幅を比帯域幅(フィルタの中心周波数に対する通過帯域幅の比)で約2%程度しか得ることができず、比帯域幅を少なくとも3%必要な携帯電話用としては実用化に至っていない。

【0005】これに対して、64°回転YカットLiNbO<sub>3</sub>基板を用いた弾性表面波共振子フィルタでは、比帯域幅を4%得ることができ、携帯電話用として従来から実用されているものの、製造が容易でなく製造コストが高くなるという問題があった。

【0006】すなわち、携帯電話用の用途で用いられる弾性表面波共振子フィルタでは、通過帯域の低域側、高域側、少なくとも一方に阻止域が存在しており、さらに

は、これら阻止域のいずれか一方、もしくは両方において所定の減衰量を得ることが必要とされており、一般に、この減衰量は20dB以上必要とされている。したがって、減衰量20dBレベルにおける帯域幅が狭いフィルタほどフィルタのシェイプファクタ(これは通過帯域幅/減衰帯域幅で表される)が良好で製造しやすくなる。

【0007】このことを図7の例で説明する。図7は64°回転YカットLiNbO<sub>3</sub>基板を用いた従来の弾性表面波共振子フィルタの特性図であり、GSM(Group Special Mobil)向けに設計されたものである。このGSMシステムでは携帯器の受信回路側に中心周波数f<sub>0</sub>が947.5MHzの弾性表面波共振子フィルタが使われるが、要求される特性として低域側(f<sub>0</sub>-45MHz)の領域に位置する受信側周波数の干渉を阻止するために、阻止域(902.5MHz±12.5MHz、以下、低域側阻止域Cと呼ぶ)での減衰量として、20dB以上が必要とされる。また、同様に高域側45MHzでの領域(992.5±12.5MHz、以下、高域側阻止域C'、と呼ぶ)でのイメージ抑圧のために20dB以上の減衰量があることが望ましい。

【0008】一般に、弾性表面波共振子フィルタは製造上の下降ばらつきにより、中心周波数が変化するので、それに伴い減衰量も変動する。よって、低域側と高域側それぞれに減衰量20dB以上を確保するためには、それに応じた周波数精度が必要とされる。

【0009】また、低域側、高域側それぞれに高減衰量を得るには、図7のように低域側阻止域Cと高域側阻止域C'とのほぼ中央に弾性表面波共振子フィルタの中心周波数が位置することが理想的ではあるが、ロス20dBの帯域幅Aが狭いほど弾性表面波共振子フィルタの中心周波数の変動が大きくて減衰量20dB以上が得られることになる。つまり、低域側と高域側とに、それぞれ20dB以上の減衰量を得るためにには弾性表面波共振子フィルタの減衰量20dBにおける帯域幅が重要な要素となる。

【0010】図7の場合、低域側の製造余裕(周波数変動の許容幅)は図中、Y点とX点の周波数差に相当し、その値は阻止域と通過域との周波数差B(45MHz)からロス20dBの帯域幅(片側28MHz)と低域側阻止域C(片側12.5MHz)を差し引いた値に等しい。この場合、その値は4.5MHzになるが、弾性表面波共振子フィルタは周囲温度により周波数が-25~75°Cの範囲で常温に対し±3MHz変動するので、実用にはこの値を引いて、1.5MHzが低域側の製造余裕に相当する。高域側についても全く同様であり説明は略するが、同様に1.5MHzの製造余裕となる。

【0011】しかしながら、フィルタの中心周波数は電極膜厚や電極線幅に大きく依存するため、片側1.5MHzの製造余裕では、製造ロット毎に電極膜厚や電極線

幅を厳密に管理しなければならず、このことが製造上の困難さや製造コストを増大する原因となっていた。

【0012】したがって、本発明においては、製造が容易でコスト低減を図ることができる弹性表面波共振子フィルタの提供を目的としている。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明においては、 $36^\circ$ 回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板上に、複数組のIDTを近接配置し、かつ前記IDTの両側に反射器を配設してなる弹性表面波共振子フィルタにおいて、前記IDTおよび前記反射器の電極膜厚をh、当該弹性表面波共振子フィルタで発生する表面波の波長をλとしたとき、 $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$ であることに特徴がある。

【0014】なお、前記IDTおよび前記反射器の電極指幅をM、同電極指形成ピッチをPとしたとき、 $0.6 \leq M/P$ であるのが好ましい。

#### 【0015】

【実施例】以下、本発明の第1実施例を図面を参照して詳細に説明する。

【0016】図1は、本発明に係る弹性表面波共振子フィルタに共通する構成を示した平面図であり、図2はこの弹性表面波共振子フィルタのIDTおよび反射器の要部を拡大した断面図である。

【0017】第1実施例の弹性表面波共振子フィルタ1は $36^\circ$ 回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板2を備え、このLiTaO<sub>3</sub>基板表面2上に反射器3A、3Bが形成され、反射器3Aと反射器3Bとの間には3個のIDT4A～4Cが形成されている。これらの反射器3A、3BおよびIDT4A～4Cは複数の電極指5…を備えている。そして、両側のIDT4A、4Cは電気的に並列接続され、入出力端子6に接続されている。一方、中央のIDT4Bは入出力端子7に接続されている。これらの反射器3A、3BおよびIDT4A～4Cはすべて $36^\circ$ 回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板2にAlの薄膜を成膜した後、フォトエッチング工程を経て形成されるが、リフトオフ法等の手法により選択的に付着形成してもよい。

【0018】この弹性表面波共振子フィルタ1はIDT4A～4Cおよび反射器3A、3Bの電極膜厚を、この弹性表面波共振子フィルタ1で発生する弹性表面波の波長によって規定したことに特徴がある。

【0019】具体的には、IDT4A～4Cおよび反射器3A、3Bの電極指5の膜厚をh、この弹性表面波共振子フィルタ1で発生する弹性表面波の波長をλとした場合に、波長λに対する電極膜厚hの大きさ $h/\lambda$ （以下、電極膜厚比 $h/\lambda$ と称す）を $0.06$ 以上、 $0.10$ 以下（ $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$ ）としており、このようにすることで、製造余裕を拡大して、製造の容易性とコストダウンを得ている。

【0020】以下、その理由を説明する。

【0021】 $64^\circ$ 回転YカットLiNbO<sub>3</sub>基板の代わって、 $36^\circ$ 回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板2を用いた弹性表面波共振子フィルタは共振子のQが大きくなつて前述したシェイプファクタが向上することはよく知られている。しかしながら、 $36^\circ$ 回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板2を用いた弹性表面波共振子フィルタは、従来例で説明したように、そのままでは、携帯電話用として十分な通過帯域幅が得られない。したがって、 $36^\circ$ 回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板2を用いた弹性表面波共振子フィルタでは通過帯域幅を拡大する工夫が必要となる。詳細にいえば、GSM等の900MHz帯の携帯電話では、温度変動分を含めて最低でも30MHzの通過帯域幅が必要となる。この必要となる通過帯域幅は、フィルタの中心周波数に対する通過帯域幅の比である比帯域幅として換算すると、比帯域幅3.3%である。

【0022】そこで、本願発明者は、IDT4A～4Cおよび反射器3A、3Bの電極膜厚hを厚くすれば、反射器3A、3Bのストップバンド幅が広がり、これによって通過帯域幅の拡幅が図れることを見いだし、その比較実験を行った。その結果を図3に示す。図3は本実施例の同様の構造を備えた弹性表面波共振子フィルタの電極膜厚比 $h/\lambda$ を変化させた場合の比帯域幅を測定した実験結果である。

【0023】従来、弹性表面波共振子フィルタでは、電極膜厚比 $h/\lambda$ を $0.03$ 前後に設定するのが一般的であったが、この実験結果から明らかのように、 $36^\circ$ 回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板2を用いた弹性表面波共振子フィルタでは、携帯電話用として実用上十分なる比帯域幅3.3%を得るには、電極膜厚比 $h/\lambda$ を従来の2倍以上、すなわち、 $h/\lambda \geq 0.06$ とする必要があるのがわかる。

【0024】また、電極膜厚比 $h/\lambda$ を大きくすれば、それに応答して比帯域幅も増大するのは、図3の結果から明白であるが、あまり、電極膜厚比 $h/\lambda$ を大きくすると通過帯域が低域側や高域側の阻止域に重なることになり、これでは減衰量が不足する原因となるので望ましくない。ここで低域側と高域側との阻止域の周波数差は図7から65MHzであるから、比帯域幅に換算して6.9%以上に拡大することは望ましくなく、図3の結果から電極膜厚比 $h/\lambda$ は $0.10$ 以下とする必要がある。

【0025】次に、このように構成された第1実施例の弹性表面波共振子フィルタ1の特性を測定した結果を図4に基づいて説明する。図4は電極膜厚比 $h/\lambda = 0.6$ として、そのほかの構造を従来例と同様に構成した本実施例の弹性表面波共振子フィルタ1の特性を測定した結果を示している。この図から明らかのように、減衰量20dBレベルでの帯域幅Aは48MHzとなっており、従来例より8MHz改善されている。また、従来例

と同様に算出した製造余裕は片側 $5.5\text{MHz}$ となっており、従来例の約 $3.6$ 倍となっている。また、減衰量の実力値も $30\text{dB}$ 近くまで得られているのがわかる。

【0026】ところで、IDT $4A\sim4C$ および反射器 $3A, 3B$ の電極膜厚 $h$ を厚くすれば、通過帯域幅の拡幅を図れるものの、反射器 $3A, 3B$ の反射率が増大してストップバンド幅が大きくなり、それがシェイプファクタを悪化させる要因となってしまう。そこで本願発明者は、IDT $4A\sim4C$ や反射器 $3A, 3B$ の電極指線幅を変化させることによってシェイプファクタが向上することを見いだし、この点に着目して、第2実施例の弹性表面波共振子フィルタ $10$ を構成した。

【0027】この弹性表面波共振子フィルタ $1$ は $36^\circ$ 回転Yカット $\text{LiTaO}_3$ 基板と、反射器と、IDTとを備え、これら反射器およびIDTは複数の電極指を備えており、これらの基本構成は第1実施例と同様である。

【0028】この弹性表面波共振子フィルタ $1$ はIDT $4A\sim4C$ および反射器 $3A, 3B$ の電極膜厚 $h$ を、この弹性表面波共振子フィルタ $1$ で発生する弹性表面波の波長 $\lambda$ によって規定し（これは第1実施例と同様）、さらに、電極指 $5$ の線幅を、電極指 $5$ の形成ピッチによって規定したことに特徴がある。

【0029】具体的には、電極膜厚比 $h/\lambda$ を $0.06$ 以上、 $0.10$ 以下（ $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$ ）とし、さらに、IDT $4A\sim4C$ および反射器 $3A, 3B$ の電極指形成ピッチを $P$ 、同電極指幅を $M$ とした場合に、電極指形成ピッチ $P$ に対する電極指線幅 $M$ の大きさ $M/P$ （以下、電極指デューティー $M/P$ と称す）を $0.6$ 以上（ $0.6 \leq M/P$ ）としており、このようにすることで、製造余裕を拡大して、製造の容易性とコストダウンを得ている。

【0030】以下、その理由を説明する。

【0031】図5は、第2実施例と同様の構造を備えた弹性表面波共振子フィルタの電極指デューティー $M/P$ を変化させた場合の減衰量 $20\text{dB}$ レベルにおける帯域幅の変動を測定した実験結果である。この実験結果から明らかなように、電極指デューティー $M/P$ の値が大きいほど減衰量 $20\text{dB}$ レベルでの帯域幅が狭くなり、したがって、シェイプファクタが向上するのがわかる。さらに、詳細に検討すれば、電極指デューティー $M/P \geq 0.6$ であれば、最良の効果が得られることがわかる。

【0032】なお、図5の実験結果より、電極指デューティー $M/P$ を $0.4$ 以下にしても若干の改善効果が得られる。しかしながら、この効果はごく僅かであるうえ、電極指 $13$ の幅を狭くすることは、電極指抵抗の増大を來して挿入損失を悪化させてるので、電極指 $13$ の幅を狭くするは望ましくない。また、電極指デューティー $M/P$ の上限は、電極指 $13$ の加工技術（換言すれば、電極指 $13$ 間の隙間形成技術）の限界により決定される

ものであり、特にここで限定する必要はない。

【0033】次に、このように構成された第2実施例の弹性表面波共振子フィルタ $10$ の特性を測定した結果を図6に基づいて説明する。図6は電極膜厚比 $h/\lambda = 0.6$ 、電極指デューティー $M/P = 0.6$ として、そのほかの構造を従来例と同様に構成した本実施例の弹性表面波共振子フィルタ $10$ を2セクション継続接続して構成したフィルタの特性を測定した結果を示している。

【0034】この図から明らかのように、減衰量 $20\text{dB}$ レベルでの帯域幅 $A$ は $40\text{MHz}$ となっており、従来例に比べて $16\text{MHz}$ 改善されている。また、従来例と同様に算出した製造余裕は $9.5\text{MHz}$ となっており、従来例の約 $6.3$ 倍となっている。また、減衰量の実力値も $30\text{dB}$ 以上得られているのがわかる。なお、図6のデータは本実施例の弹性表面波共振子フィルタ $10$ を2セクション継続接続して構成したものにおけるデータであったが、本実施例の弹性表面波共振子フィルタ $10$ を1セクション、あるいは3セクション以上継続接続して構成したものであっても、同様の効果を奏することができるはいうまでもない。

【0035】さらには、これら実施例では、IDT $4A\sim4C$ を $36^\circ$ 回転Yカット $\text{LiTaO}_3$ 基板 $2$ 上に、3組備えた弹性表面波共振子フィルタ $1$ において、本発明を実施していたが、 $36^\circ$ 回転Yカット $\text{LiTaO}_3$ 基板 $2$ 上に、IDT $4A\sim4C$ を2組、あるいは4組以上備えて構成された弹性表面波共振子フィルタにおいても本発明を実施できるのはいうまでもない。

【0036】

【発明の効果】以上のように、本発明の第1の発明によれば、電極膜厚比 $0.06 \leq h/\lambda \leq 0.10$ とすることで、弹性表面波共振子フィルタを広帯域でしかもシェーピングファクタの良好なものとすることができた。そのため、減衰量 $20\text{dB}$ レベルでの帯域幅が狭くなり、製造余裕が拡大して製造しやすくなり、その分、コストダウンが図れるようになった。

【0037】また、従来の同様の製造余裕のもとで、この弹性表面波共振子フィルタを製造すれば、より高い減衰量が得ができるという効果もある。

【0038】さらには、電極指デューティー $M/P \geq 0.6$ とすれば、弹性表面波共振子フィルタのシェーピングファクタはより向上し、その分、さらに、製造余裕が拡大して、コストダウンが図れるようになるとともに、この弹性表面波共振子フィルタを従来の同様の製造余裕のもとで製造すれば、さらに高い減衰量が得られるという効果も発揮できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例、第2実施例に係る弹性表面波共振子フィルタの構造を示す平面図である。

【図2】第1実施例、第2実施例に係る弹性表面波共振子フィルタのIDTおよび反射器の部分を拡大した断面

図である。

【図3】弹性表面波共振子フィルタにおける電極膜厚比 $h/\lambda$ と通過帯域幅(比帯域幅)との関係を示す線図である。

【図4】第1実施例の弾性表面波共振子フィルタの特性を示す線図である。

【図5】弾性表面波共振子フィルタにおける電極指デューティーM/Pと減衰量20dBレベルでの帯域幅との関係を示す線図である。

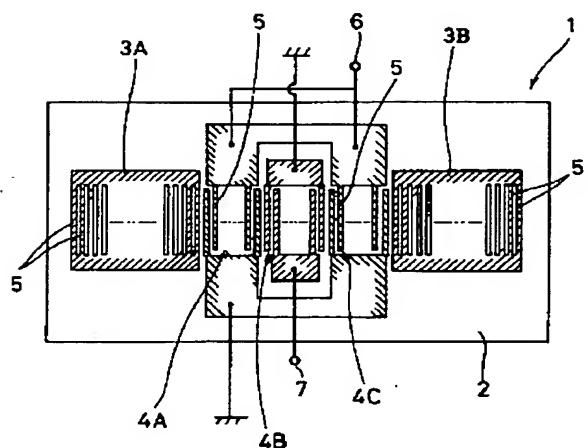
【図6】第2実施例の弾性表面波共振子フィルタの特性を示す線図である。

【図7】従来例の弾性表面波共振子フィルタの特性を示す線図である。

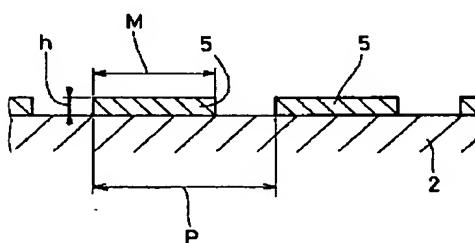
【符号の説明】

- 2 36°回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板
- 3A, 3B 反射器
- 4A~4C IDT
- h 電極膜厚
- $\lambda$  表面波の波長
- M 電極指幅
- P 電極指形成ピッチ

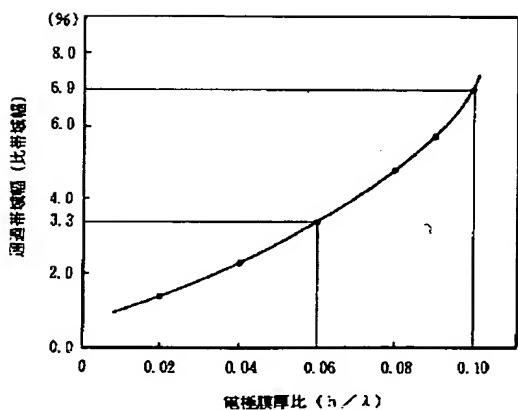
【図1】



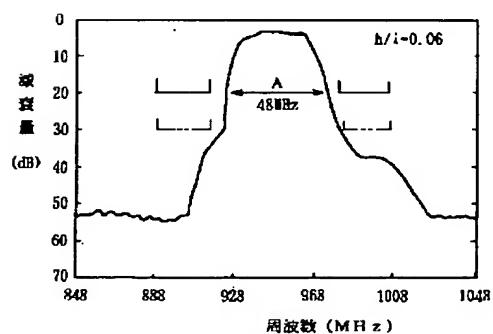
【図2】



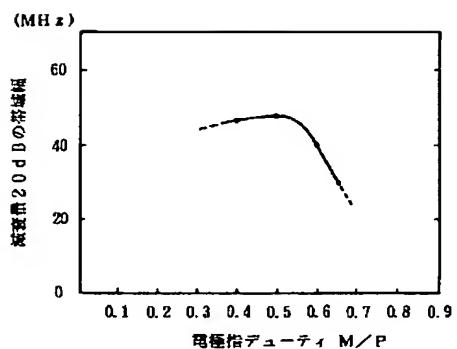
【図3】



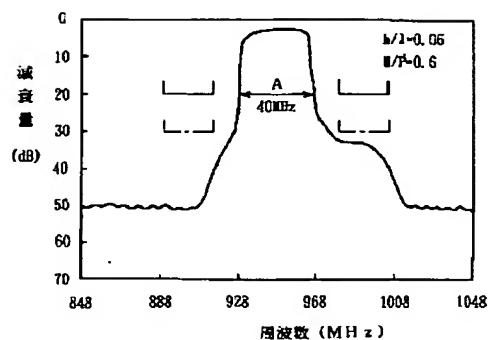
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

